

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 09 JUN 2000

WIPO

PCT

be 00000000

## Bescheinigung

4

Herr Dr. Jörg Arnold in Heidelberg, Neckar/Deutschland hat eine Patentanmeldung  
unter der Bezeichnung

"Lichtquelle und Beleuchtungssystem"

am 8. Oktober 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterla-  
ge dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 01 K,  
F 21 S und F 21 V der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 24. Mai 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Ebert

Aktenzeichen: 199 48 420.1

## Patentanmeldung

### "Lichtquelle und Beleuchtungssystem"

Anmelder und Erfinder:

Dr. Jörg Arnold

Friedrich Ebert Anlage 46

69115 Heidelberg

5

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine spezielle Lichtquelle in Form einer Vorrichtung bestehend aus einem Lampenkolben mit einer spektral selektiven Lampenkolbenverspiegelung zur Strahlungsrückheizung und aus einem elektrisch indirekt beheiztes Lampenfilament von teilweise nichtmetallischem Material und ggf. aus einer Glühwendel.

Desweiteren betrifft die Erfindung ein technisches Beleuchtungssystem zur Gebäudebeleuchtung und Grundstücksbeleuchtung in Form einer Vorrichtung bestehend aus Beleuchtungssystemelementen im Baukastensystem zur beliebigen Lichtführung an 5 Beleuchtungsorte und mit einer zentralen Lichteinspeisung von künstlichen Lichtquellen, die nicht am Beleuchtungsort betrieben werden, das durch die spezielle Lichtquelle ermöglicht wird.

Zur Erzeugung von sichtbarem Licht werden vielfältigste Strahlungsquellen angeboten und eingesetzt. Die diversen meistgebrauchten Typen sind z.B. thermische 20 Strahlungsquellen wie Glühlampen oder Lichtbogenlampen oder nichtthermische Strahlungsquellen wie Entladungslampen als Edelgas-, Quecksilber-, Natrium- oder Metallhalogen-Entladungslampen in Hoch- oder Niederdruckausführungen.

Allen bisher bekannten elektrisch betriebenen Lampentypen haftet der Nachteil an, daß sie sehr ineffizient bezüglich der Konversion von elektrischer Leistung in sichtbare 25 Lichtleistung sind. Die Konversionsfaktoren übersteigen kaum 30%. Der größte Anteil der verbrauchten elektrischen Leistung ist unwirtschaftliche Verlustleistung. Es besteht deshalb der Wunsch die technische Effizienz und die Wirtschaftlichkeit von elektrisch betriebenen Lichtquellen und Beleuchtungssystemen zu steigern. Dies wird mittels der vorliegenden Erfindung gemäß dem Patentansprüchen 1 bis 4 gelöst.

Die Erfindung bezieht sich beispielhaft auf einen thermischen Strahler in Form einer z.B. Wolframglühlampe oder Wolfram-Halogen-Glühlampe, die in der Regel aus einem Lampenkolben und einem lichterzeugenden Filament, das als Glühwendel oder Glühbändchen ausgebildet ist und durch elektrischen Stromdurchfluß bis zur  
5 lichterzeugenden Betriebstemperatur aufgeheizt wird.

Die Verbesserung der Energiekonversionseffizienz wird nun mittels der Erfindung gemäß dem Patentanspruch 1 bis 7 dadurch erreicht, daß der Lampenkolben mit einer spektral selektiven Verspiegelung, z.B. einer dielektrischen Mehrschichtbeschichtung versehen wird, die z.B. den fernen Rot- und Infrarotstrahlungsanteil in den Lampenkolben hinein  
10 zurückreflektiert, wo er von einem großflächigen und ggf. teilweise nicht metallischen Lampenfilament reabsorbiert wird. Durch die Verspiegelung wird im Lampenkolben ein erhöhtes Infrarotstrahlungsfeld aufgebaut, daß durch die Reabsorption im Lampenfilament dieses rückheizt und die Lampenfilamenttemperatur unterstützt, sodaß zum stationären Betrieb der Lampe nur noch diejenige elektrische Leistung benötigt wird,  
15 die der sichtbaren transmittierten Lichtleistung und der vom Lampenkolben absorbierten thermischen Verlustleistung entspricht.

Die Konversionseffizienz wird somit um den reflektierten Infrarotstrahlungsleistungsbruchteil verbessert. Die Konversionseffizienz für die oben beispielhaft genannten Glühlampen kann somit theoretisch auf bis zu 75 % bzw. über 200  
20 Lumen/Watt gesteigert werden, wenn man die übliche thermische Verlustleistung der Wolframlampen von ca. 25% zugrundelegt und die Strahlungsabsorption der Verspiegelung vernachlässigen kann. Dielektrische Verspiegelungen haben eine Absorption von typ 0,1 %.

Bei einer Verspiegelung mit einem Reflexionsvermögen von z.B. 99,9% bzw bei einem  
25 Absorptionsvermögen von 0,1% wird statistisch jedes 1000ste Photon im Spiegelmaterial absorbiert. Bei der Rückreflexion der Strahlung in den Lampenkolben kann der Photonenfluß deshalb lediglich 1000 Wandreflexionen erfahren, bis er vollständig in der Kolbenwand absorbiert wird oder transmittiert ist. Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Photonenfluß auf dem Reflexionsweg das Lampenfilament trifft und dort absorbiert wird,  
30 ist proportional zum Verhältnis des Filamentvolumen bzw. der Filamentoberfläche zum verspiegelten Lampenkolbenvolumen bzw. der verspiegelten Lampenkolbenoberfläche, je

nach der Ausführungsform des Filamentes als Bandfilament bzw. Flächenfilament oder als Zylinderfilament bzw. Volumenfilament, siehe unten.

Die Filamentoberfläche bzw. das Filamentvolumen muß deshalb so groß gewählt werden, daß der Photonenfluß nach möglichst wenigen Wandreflexionen auf das Filament trifft und dort absorbiert werden kann. Dies wird konstruktiv dadurch erreichen, daß das Filament als z.B. geschlossener oder als offener, d.h. z.B. längs geschlitzter Zylinder ausgebildet ist und konzentrisch und coaxial in dem z.B. zylindrischen Lampenkolben steht und von seinem Durchmesser nicht erheblich vom Lampenkolbeninnendurchmesser verschieden ist. Eine andere konstruktive Lösung ist die Verwendung eines ebenfalls konzentrisch und coaxial angeordneten Flachbandfilamentes oder Schalenfilamentes, das das z.B. zylindrische Lampenkolbenvolumen in zwei Halbräume oder mehrere Teilräume teilt. In jedem Fall der konstruktiven Ausführung der Erfindung muß das Filament eine möglichst große Absorptionsfläche bzw. einen möglichst großen Wirkungsquerschnitt erreichen.

Der z.B. zylindrische Lampenkolben seinerseits muß eine solche große Außenoberfläche besitzen, daß störende Oberflächenwärme durch z.B. eine Strahlungsabsorption durch Konvektionskühlung oder Zwangskühlung abgeführt werden kann. Dem muß sich dann der Durchmesser des z.B. zylindrischen Filamentes anpassen. Dies kann dazu führen, daß das Filament entsprechend der angeforderten elektrischen Heizleistung nicht mehr durch direkten Stromdurchfluß (desweiteren direktes elektrisches Heizen genannt) geheizt werden kann, weil der relevante stromdurchflossene Querschnitt des Filamentes ggf. zu groß wird, d.h. der elektrische notwendige Widerstand zu klein wird, um den geforderten elektrischen Leistungsabfall zu erreichen. Es besteht der Zielkonflikt, daß die Strahlungsreabsorption durch eine große Filamentfläche verbessert werden soll, was zu einem Mißverhältnis der geometrischen Abmessungen des Filamentes in Hinblick auf den notwendigen elektrischen Leiterquerschnitt bzw. Leiterwiderstand des Filamentes zur direkten elektrischen Aufheizung oder die notwendige mechanisch stabile Filamentlänge eines z.B. Filamentbändchens führt.

Diese Problematik kann durch die indirekte elektrische Beheizung des Filamentes gelöst werden, indem eine Heizwendel z.B. konzentrisch und coaxial im Zylinderfilament platziert wird oder coaxial vor dem Bandfilament angeordnet wird. Die Heizwendel kann nun unabhängig vom Filament elektrotechnisch auf die angeforderte Lampenleistung

angepaßt werden. Eine alternative konstruktive Lösung zum Heizen des Filamentes wäre ein indirektes Aufheizen des Filamentes mittels magnetischer Induktion.

Die gesamte von der Heizwendel emittierte Strahlungsleistung wird im umgebenden Zylinderfilament absorbiert und heizt dieses. Im Falle des Bandfilamentes trägt die Heizwendel ebenfalls zum von der Lampe emittierten sichtbaren Lichtstrom bei. Hier wird das Bandfilament einseitig und nach einer Strahlungsreflexion an der Verspiegelung des Lampenkolbens von der Heizwendel aufgeheizt. Die Filamentoberfläche kann ihrerseits entsprechend dem angeforderten Lichtstrom dimensioniert werden. Das Filament selbst bzw. der verspiegelte Lampenkolben bildet einen von innen beheizten Strahlungsofen für die Infrarotstrahlung, weswegen diese Lampenkonstruktion als Strahlungsofenlampe bezeichnet werden soll.

Durch die große mögliche Oberfläche des Filamentes können Lampen mit großen Lichtleistungen gebaut werden. Auch kann die Farbtemperatur der Ofenlampe unabhängig von der Oberflächentemperatur des Filamentes oder der Heizwendel eingestellt werden. Dies kann durch die spektral selektive Verspiegelung geschehen, die die transmittierte Spektralverteilung, der aus dem Lampenkolben emittierten Strahlungsleistung und damit die Farbtemperatur der Strahlung, vorgeben kann. Andererseits kann mit der an der Verspiegelung reflektierten Strahlung das Filament über die Temperatur aufgeheizt werden, die es nur ohne Verspiegelung erreichen kann.

Insbesondere kann die Oberflächentemperatur sowohl des Filamentes als auch der Heizwendel im Vergleich zu bisherigen thermischen Strahlungsquellen der gleichen Lichtleistung gesenkt werden, denn die gesamte Strahlungsleistung der Heizwendel muß nur der Summe aus der sichtbaren Strahlungsleistung und der thermischen Verlustleistung der Ofenlampe entsprechen. Diese ist aber um den reflektierten und reabsorbierten Infrarotstrahlungsleistungsanteil geringer als die Gesamtstrahlungsleistung vergleichbarer bisherigen Temperaturstrahler und die gesamte thermische spezifische Ausstrahlung ist nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz Funktion der Temperatur, sodaß die Heizwendel der Ofenlampe gegenüber dem Filament von vergleichbaren bisherigen thermischen Strahlungsquellen auf niedrigerer Temperatur betrieben werden kann.

Die Oberflächentemperatur des Filamentes kann ebenfalls im Vergleich geringer eingestellt werden, da der vergleichbare sichtbare Lichtstrom wahlweise durch weniger heiße Oberfläche oder entsprechend mehr kältere Oberfläche des Filamentes erzeugt werden kann und die Filamentoberfläche der Ofenlampe ist ein neuer zusätzlicher 5 konstruktiver Freiheitsgrad.

Obwohl das Filament im Prinzip auf niedrigerer Temperatur als die Lampenfarbtemperatur betrieben werden kann und damit auch die Verdampfung des Filamentmaterials herabgesetzt werden kann, kann die Verdampfung des Filamentmaterials problematisch werden. Das Filament der Ofenlampe kann eine sehr 10 große Oberfläche besitzen, die sehr nahe an der Lampenkolbenwand liegt. Die ggf. dennoch großen Mengen an verdampftem und auf der Lampenkolbeninnenoberfläche niedergeschlagenen Filamentmaterial wird die Reflektivität der Lampenkolbenverspiegelung herabsetzen und die Absorption des Lampenkolbens bzw. die thermische Verlustleistung erhöhen.

15 Diese Problematik kann durch die übliche Verwendung einer Edelgas-Halogenatmosphäre im Lampenkolben bzw. durch einen Wolframjodit- oder Wolframbromidkreislauf oder bei der Verwendung von Rhenium als Filamentmaterial durch einen Wasserzyklus nach Langmuir reduziert werden. Eine andere erfindungsgemäße Lösung dieser Problematik ist die Beschichtung des Filamentes und der Heizwendel mit Materialien, die einen 20 wesentlich höheren Schmelzpunkt aufweisen, als das in der Regel verwendete Filament- oder Heizwendelmaterial, denn der temperaturabhängige Dampfdruck bzw. die Verdampfungsgeschwindigkeit von Festkörpern ist auch vom Schmelzpunkt des Festkörpers abhängig. Daneben könnten die Niederschläge der Beschichtungsmaterialien ggf. geringere Absorptivität zeigen als der des üblichen Filament- oder 25 Heizwendelmaterials.

Als Beschichtungsmaterial mit sehr hohem Schmelzpunkt bzw. mit Schmelzpunkten ähnlich dem des Wolframs könnten sich z.B. Tantalkarbid, Rheniumkarbid, Niobkarbid, Zirkonkarbid eignen. Bei der Verwendung dieser Materialien als Filamentmaterial könnten auch höhere ggf. gewünschte Oberflächentemperaturen erreicht werden, als 30 bisher für Wolframfilamentlampen üblich. Desweiteren hat eine Beschichtung den Vorteil, das die mechanische Festigkeit des Filamentes erhöht werden kann. Alle diese

Vorteile sollen explizit nochmals speziell für eine Tantalkarbidbeschichtung auf Tantal bei der Verwendung von z.B. Tantalfilamenten aufgezeigt werden.

Dazu soll nochmals die durch die Erfindung zu lösende Teilproblematik aufgezeigt werden. Es soll die Strahlungsreabsorption durch eine große Filamentfläche verbessert werden, was zu einem Mißverhältnis der geometrischen Abmessungen des Filamentes in Hinblick auf den notwendigen elektrischen Leiterquerschnitt bzw. Leiterwiderstand des Filamentes zur direkten elektrischen Aufheizung oder die notwendige mechanisch stabile Filamentlänge eines z.B. Filamentbändchens führt, denn lange Filamentbändchen oder Streifen mit der notwendigen elektrischen Leiterwiderstandslänge und mit hohen Betriebstemperaturen neigen zum durchhängen und ausziehen, bzw. zum fließen.

Diese Problematik kann erfindungsgemäß dadurch gelöst werden, indem extrem hochohmige und mechanisch ausreichend feste Filamentmaterialien benutzen können. Diese Materialien können beispielhaft auf der Basis von Sintertantal erzeugt werden. Bei der Versinterung von Tantalpulver kann die Leitfähigkeit des Sintermaterials durch die Ausgangskorngröße und Verdichtung des Pulvers vor der Versinterung und die Versinterungstemperatur gesteuert werden. Zusätzlich kann ein anschließender Verdichtungsprozess wie ein z.B. Auswalzen des Sintermaterials zu z.B. Folien ebenfalls die Leitfähigkeit beeinflussen.

Das versinterte Material muß man sich als porösen Schwamm vorstellen, bei dem die Tantalkörner des Ausgangsmaterial meist nur punktvörmigen Schweißkontakt zueinander haben. So entsteht ein extrem geringer effektiver elektrisch leitender Querschnitt und eine erhöhte effektive Leiterlänge. Die poröse schwammartige Topologie des Materials wird dann ausgenutzt, um eine hohe mechanische Stabilität des Materials zu erzeugen, indem das Material in einer Kohlendioxidatmosphäre zu Tantalkarbid umgesetzt wird. Je nach der Schichtdicke bzw. Eindringtiefe der Tantalkarbidreaktion wird der effektive elektrische Widerstand weiter herabgesetzt. Die Eindringtiefe der Tantalkarbidreaktion kann über die Temperatur und Zeitdauer gesteuert werden. Bei Prozesstemperaturen größer 1000 Grad Celsius setzt die Karbidbildung ein und bei Prozesstemperaturen größer 1400 Grad Celsius erfolgt nach einer bestimmten Prozessdauer die vollständige Karburation

Das Tantalkarbid ist ein extrem hochtemperaturfester Hartwerkstoff, der wegen der Vernetzung in der porösen schwammartigen Topologie des Materials gerüstartig eine mechanische bzw. statische Festigkeit des Materials erzeugt. Das Filamentmaterial ist daher erwartungsgemäß extrem hochzäh und ausreichend fest, um ein Fließverhalten 5 des im Betrieb heißen Filamentes zu vermeiden.

Wenn die Tantalkarbidschichtbildung eine ausreichende Festigkeit erreicht hat, kann die Prozesstemperatur und später auch die Betriebstemperatur des Tantalkarbid-Tantalfilamentes über den Schmelzpunkt des Tantals erhöht werden. Das Tantalkarbid bildet einen festen Mantel um die flüssige Tantalseele und mögliche 0 Spannungsbrüche im Tantalkarbidmantel, wegen ggf. unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten, werden durch an den Brüchen austretendes flüssiges Tantal bzw. durch die dann dort sofort einsetzende Tantalkarbidbildung repariert.

Bei der Herstellung von Filamentbauteilen kann die extrem gute Verformbarkeit des Tantal ausgenutzt werden. Nach der Herstellung des Roh-Filamentes aus Tantal wird 5 dieses in einen beidseitig offenen Lampenkörper wie z.B. ein Quarzröhrchen eingeführt und ein Ende mit den üblichen elektrischen Anschlüssen aus ggf. Wolframdraht und Molybdänstreifen verschmolzen bzw. verpreßt. Das verbleibende offene Ende wird mit Kohlendioxidgas oder einer Edelgas-Kohlendioxidgas Mischung gespült und dabei das Filament elektrisch soweit aufgeheizt, bis die gewünschte Tantalkarbidbildung 10 abgeschlossen ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsprozess der Strahlungsofenlampen kann die Tantalkarbidbildung über die elektrische Spannungs-Stromcharakteristik bzw. über die elektrische Widerstandscharakteristik direkt monitorisiert und daher gesteuert werden. Andere Herstellungsverfahren, bei denen die Tantalkarbid-Tantalfilamente bei der 25 Tantalkarbidumsetzung nicht direkt elektrisch geheizt werden und außerhalb der Lampenkörper hergestellt werden, haben den Nachteil, daß die Tantalkarbidbildung bzw. der zu erreichende elektrische Widerstand der Filamente nicht direkt eingestellt werden kann und daß die Tantalkarbid-Tantalfilamente außerhalb der Lampenkörper sehr zerbrechlich sein können. Nach der Karbidbeschichtung kann das noch offene 30 Lampenkolbenende zugeschmolzen werden.



Da Tantalcarbide die höchste bekannte Schmelztemperatur aufweist, ist bei den üblichen Lampenbetriebstemperaturen eine extrem niedrige Verdampfungsgeschwindigkeit des Tantalcarbides und ein sehr geringer Lampenkolbenbeschlag zu erwarten. Tantalcarbide ist desweiteren im sichtaren Spektrum schwarz, weshalb eine hohe spektrale Emissivität des Tantalcarbides erwartet wird. Insbesondere zeigt die poröse Tantalcarbidoberfläche eine erhöhte Schwärze im Sinne der Planckschen Schwarzkörperstrahlung gegenüber nicht porösen Oberflächen.

Der weitere Vorteil des Tantalcarbide-Tantalfilamentes liegt in seiner im Vergleich zu Wolframfilamenten nur ungefähr halb so großen Wärmeleitfähigkeit. Zusammen mit der großen reabsorbierenden Fläche des Tantalcarbide-Tantalfilamentes bzw. der weniger oft an den Lampenkolbenoberflächen reflektierten und dadurch dort weniger absorbierten Infrarotstrahlung und der vergleichbar geringen Wärmeleitfähigkeit, wird eine wesentlich geringerer thermischer Verlustleistung erreicht. Es besteht die berechnete Vermutung, daß das Tantalcarbide-Tantalfilament auf die maximal mögliche Betriebstemperatur von 5 Wolframfilamenten gebracht werden kann.

Durch die konstruktiv bedingte große Filamentfläche können sehr große Lichtströme erzeugt und von der Lampe emittiert werden, sodaß die Beleuchtung von großen Gebäudeinnenräumen oder von Außenarealen mit nur einer erfindungsgemäßen Lampe möglich ist. Dies ermöglicht dann gleichzeitig wirtschaftlich effizientere Beleuchtungssysteme zu betreiben.

Bisher sind technische Beleuchtungssysteme für die Gebäudebeleuchtung oder Grundstücksbeleuchtung bekannt, bei denen Räume oder Flächen mit mehreren Beleuchtungskörpern ausgestattet sind und jeder Beleuchtungskörper immer eine eigene Lichtquelle wie z.B. eine oder mehrere Glühbirne oder Leuchtstoffröhren oder andere Lichtquellen umfaßt. Jeder Beleuchtungskörper umfaßt dabei eine oder mehreren Lichtquellen und ein, das von der Lichtquelle emittierte Licht unmittelbar und ohne Umwege an den zu beleuchtenden Ort lenkendes Bauteil, wie z.B. ein Lichtreflektor oder ein Lichtzerstreuer, der direkt mit der Lichtquelle verbunden ist, bzw. diese zumindest teilweise umgibt. Die Beleuchtungskörper bzw. Lichtquellen sind dabei dezentral angeordnet, sodaß die gewünschte Ausleuchtung bzw. Lichtverteilung in den Räumen oder auf den Flächen erreicht wird. Die Beleuchtungskörper bzw. Lichtquellen werden dabei möglichst nahe an den zu beleuchtenden Ort platziert.

Solche Beleuchtungssysteme werden eingesetzt, wenn die notwendige Beleuchtung bzw. die benötigte Lichtmenge ein Vielfaches der zur Verfügung stehenden Lichtausbeute der verwendbaren Lichtquellen beträgt. Dies ist der Fall in z.B. Fabrikationsräumen, Lagerräumen, Veranstaltungsräumen, und ggf. auch in Wohnräumen und auf Außenflächen wie Plätzen oder Straßen. Der Nachteil solcher Beleuchtungssysteme sind die hohen Kosten, für die ggf. vielen notwendigen einzelnen elektrotechnischen Beleuchtungskörper und für die notwendige umfangreiche elektrotechnische Installation des Beleuchtungssystems, sowie für die Wartung, speziell für den Austausch verbrauchter Lichtquellen. Ein Großteil der Investitionskosten in solch ein Beleuchtungssystem wird oftmals durch die notwendigen hohen Sicherheitsanforderungen an die elektrische Installation verursacht. Hier können oftmals keine preiswerten standardisierten Installationslösungen gefunden werden, da die Lösungen meist auf eine sehr differenzierte Installationsumgebung individuell abzustimmen ist.

Eine notwendige große Verteilung von Beleuchtungskörpern mit integrierten Lichtquellen in permanent genutzten Betriebsräumen führt oft zu einer unwirtschaftlichen Beeinträchtigung des Betriebsablaufes. Diese Nachteile bisheriger Beleuchtungssysteme soll mit der Erfindung, gemäß dem Patentanspruch 2 überwunden werden, indem ein Beleuchtungssystem aus speziellen kombinierbaren Beleuchtungselementen nach einem Baukastensystem verwendet wird, daß von zentralen künstlichen Lichtquellen, wie z.B. gemäß Patentanspruch 1, gespeißt wird, die nicht direkt am Beleuchtungsort oder in seiner Nähe angebracht sind.

Es ist in erfindungsgemäßer Weise erkannt worden, daß eine Störung oder Gefährdung des Betriebsablaufes in z.B. Betriebsräumen oder auf Betriebsflächen vermieden werden kann, wenn die notwendigen anfälligen Lichtquellen möglichst auf nur eine Lichtquelle reduziert werden, die selbst an einem Ort, ggf. fernab von den zu beleuchtenden Orten, in einem Bereich installiert werden kann, in dem geringere und damit kostengünstige Sicherheitsanforderungen bezüglich der nur einen einzigen notwendigen elektrotechnischen Installation notwendig sind.

Hierzu entsteht der Vorteil, daß die mit ggf. vielen dezentralen Lichtquellen einhergehenden physikalischen Wirkungen am Beleuchtungsort, wie die Wärmeerzeugung der Lichtquellen oder die resultierende Wärmekonvektion oder die elektromagnetische

Störleistung der Lichterzeugung aus Betriebsbereichen herausgehalten werden kann, in denen diese Wirkungen für den Betriebsablauf nachteilig sind. Die Nachteile sind die von der Lichtquelle oder ihrer elektrischen Versorgungseinheit erzeugte Abwärme z.B. in klimatisierten Räumen oder der Abwärmekonvektionstransport von Staubteilchen in 5 Reinräumen oder die elektromagnetische Störleistung der Lichtquellen in elektromagnetisch abzuschirmenden Räumen oder die notwendige Wartung der Lichtquellen im umgebenden Betriebsablauf. Besonders empfindliche Betriebsbereiche diesbezüglich können Kühlräume, Rechnerräume, Testräume, Laboratorien, medizinische Untersuchungs-, Operations-, Isolierstationen, Produktionsräume oder stark befahrene 0 Verkehrswege u.A. sein.

Es ist weiter in erfindungsgemäßer Weise erkannt worden, daß die Lenkung des von der zentralen Lichtquelle ausgesandten Lichtes mittels spezieller Systemelemente eines Baukastensystem an die zu beleuchtenden Orte dort die bisherigen Beleuchtungskörper mit ihren eigenen Lichtquellen und Elektroinstallationen erspart, sodaß diese dort nicht 5 mehr elektrotechnisch angeschlossen werden müssen oder dort im Verbrauchsfalle nicht mehr ausgewechselt werden müssen. Dies erspart einen Großteil der bisher notwendigen gesamten elektrotechnischen Installation in den zu beleuchtenden Betriebsräumen oder auf den zu beleuchtenden Betriebsflächen und verhindert eine Beeinträchtigung des Betriebsablaufes durch den Ausfall einzelner Beleuchtungskörper oder durch deren 10 Ersatz.

In der technischen Ausgestaltung des Beleuchtungssystems werden die folgenden Beleuchtungssystemelemente a - e verwendet bzw. kombiniert.

a) Lichtleitröhren, die zur Leitung des von der Lichtquelle ausgesandten Lichtes an die weiteren Beleuchtungssystemelemente dienen. Sie sind z.B. als einfache Kunststoffröhren 25 mit einer metallischen oder dielektrischen Verspiegelung auf der Innenfläche der Röhren oder bestehend aus einem hoch reflektierenden Material, wie z.B. Teflon, und mit Verbindungsanschlüssen an den Enden der Röhren in Form von Steck- oder Schraubanschlüssen ausführbar. Sie können desweiteren an den Enden Abschlußfenster aufweisen, um das Röhreninnenvolumen vor Staub oder Verunreinigungen zu schützen 30 und ein ggf. verwendetes Spülgas in den Röhren einzuschließen. Diese Lichtleitröhren sind aus flexiblem Kunststoff und können gebogen verlegt werden.

b) Lichtreflektoren. Sie dienen zur Lenkung des Lichtes in die Richtungen des Verlaufes des Röhrensystems, falls anstelle eines gebogenen ein gewinkelter Verlauf des Lichtweges bzw. des Röhrenganges erforderlich ist und falls die Lenkung des Lichtes aus einem Röhrenende an bestimmte Beleuchtungsorte erfolgen soll. Diese Reflektoren sind als 5 einfache Umlenkungsspiegel oder Umlenkprismen ausgestaltbar oder können falls bestimmte Aperturanforderungen an den Lichtaustritt gefordert werden in Form von nichtplanen Umlenkspiegeln oder Spiegelsystemen oder Spiegellinsensystemen, ausgeführt werden. Diese Bauteile können ebenfalls in z.B. röhrenförmigen gestreckten, gewinkelten oder gebogenen Gehäusen stecken, die wiederum mit kompatiblen Steck- 0 oder Schraubverbindungen an die oder zwischen die Lichtleitröhren gesetzt werden können und ebenfalls mit Schutzabschlußfenstern versehen sein können. Solche Reflektorelemente können vorrangig zur punktförmigen oder sogenannten Spotbeleuchtung der Umgebung dienen.

c) Lichtzersteuer. Sie dienen der Beleuchtung der Umgebung mit diffus gestreutem Licht. 5 Sie können in gestreckten oder gebogenen Röhren mit ebenfalls kompatiblen Steck- oder Schraubanschlüssen und mit Abschlußschutzfenstern ausgeführt werden. Diese Röhren können durchsichtig mit ggf. Teilverspiegelungen ausgeführt sein. Als Ausführungsmaterial können z.B. Kunststoffe wie Akrylglas verwendet werden, die bestimmte Filtereigenschaften bezüglich von z.B. Ultraviolettstrahlung aufweisen. Die 10 Lichtstreuung wird durch eine streuende innere Oberfläche erreicht.

Als besonderes Ausführungsbeispiel können Streuscheiben verwendet werden, die in den Röhren senkrecht im Lichtstrahlengang angeordnet werden. Sie können in einer bestimmten Anzahl mit einem bestimmten Abstand, mit einer bestimmten Orientierung der Streuscheiben und mit einer bestimmten Zerstreuungswirkung der einzelnen 25 Streuscheiben so kombiniert werden, daß eine diffuse Beleuchtung mit einer vorgegebenen Beleuchtungscharakteristik erreicht wird. Die Streuwirkung der Streuscheiben kann durch eine bestimmte Oberflächenbehandlung erreicht werden. Werden die Streuscheiben z.B. leicht sandgestrahlt, so wird ein bestimmter Lichtanteil in einem bestimmten Raumwinkel senkrecht zum Strahlengang ausgestreut und ein 30 bestimmter Lichtanteil ohne eine Änderung der Strahlungsrichtung durch die Streuscheiben hindurchgelassen. Dieser nicht ausgestreute Anteil kann dann durch das Lichtleitröhrensystem an weitere Beleuchtungsorte transportiert werden. Diese

Beleuchtungssystembauteile können vorrangig zur großflächigen diffusen bzw. gleichförmigen Beleuchtung der Umgebung eingesetzt werden.

d) Lichtstrahlteiler. Sie sind in gabelförmigen, T-Stück-förmigen, gekreuzten oder sternförmigen Gehäusen untergebracht, die ebenfalls mit kompatiblen Steck- oder Schraubanschlüssen versehen sind und über Schutzabschlußfenster verfügen können. Die eigentlichen Strahlteilerbauteile im Inneren können Strahlteilerprismen oder Strahlteilerspiegel sein. Mit den Strahlteilerbauteilen können Verzweigungen und Parallelführungen des Beleuchtungssystems eingerichtet werden.

e) Beleuchtungssystemsonderbauteile. Dies sind Sonderbauteile, die neben den oben genannten Grundbauteilen für Sonderanwendungen zur Verfügung stehen. Sonderbauteile sind Farbfilter, Graufilter, Polarisationsfilter-, Kollimatorbauteile und Absorber, die ebenfalls über kompatible Steck- oder Schraubverbindungen verfügen und ggf. mit Schutzabschlußfenstern versehen sind.

Die oben aufgeführten Bauteile können in vielfältigster Weise zu Beleuchtungssystemen zusammengesetzt werden. Das Beleuchtungssystem ist ein Baukastensystem, bei dem die Beleuchtungsbauteile einfach kombiniert und zusammengesteckt werden und z.B. an der Decke oder an Trägern in den Gebäuden in einfachster Weise angebracht bzw. montiert werden oder in Außenbereichen einfach unter der Erdoberfläche wie z.B. Telefonkabel verlegt werden. Das Beleuchtungssystem ist damit flexibel und kann jederzeit abgenommen, verändert und neuinstalliert werden, ohne Rücksicht auf bisher notwendige Lichtstromanschlüsse oder Elektroinstallationen. Mit der Erfindung können die bei anderen Beleuchtungssystemen notwendigen hohen und teuren Sicherheitsanforderungen von elektrischen Lichtinstallationen in Gefährdungsbereichen wie z.B. explosionsgefährdeten Betriebsbereichen vermieden werden.

Die einzige Elektroinstallation betrifft die zentrale Lichtquelleneinheit, die günstigerweise in der Nähe oder an bereits bestehenden Elektroinstallationen installiert werden kann. Als Lichtquelle können alle bekannten Lichtquellen mit ausreichender Lichtemission wie z.B. Natrium-, Quecksilber-, Metallhalogen-, Schwefel-Entladungslampen oder die erfindungsgemäße Ofenlampe und andere verwendet werden. Der Lichtstrom der anwendbaren Lampen kann einfach über Sammelspiegel oder

Sammellinsen in eine oder mehrere Lichtleitrohren des Beleuchtungssystems eingekoppelt werden.

### Patentansprüche

- 1) Eine Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet  
5 d a d u r c h , daß erzeugte Strahlung wieder dem die Strahlung erzeugenden Bereich zur Reabsorption zugeführt wird.
- 2) Eine Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet  
d a d u r c h , daß eine Lampenkolbenverspiegelung benutzt wird, um die Betriebstemperatur des Filamentes zu erhöhen.
- 3) Eine Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet  
d a d u r c h , daß Strahlungserzeugung in einem elektrisch indirekt beheizten Filament stattfindet.
- 4) Eine Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet  
d a d u r c h , daß die erzeugte Strahlung in einem beschichteten Filament erzeugt wird.
- 5) Ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet d a d u r c h , daß die Filamenteigenschaften zur Erzeugung der Strahlung durch einen Versinterungsprozess gesteuert werden.
- 6) Ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet d a d u r c h , daß die Filamenteigenschaften zur Erzeugung der  
20 Strahlung durch einen Karburationsprozess gesteuert werden.
- 7) Ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Erzeugung von Licht, gekennzeichnet d a d u r c h , daß die Filamenteigenschaften zur Erzeugung der Strahlung direkt im Lampenkörper der Vorrichtung erzeugt werden.

8) Ein Beleuchtungssystem zur Gebäudebeleuchtung und Grundstücksbeleuchtung g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h, daß es ein Baukastensystem aus speziellen kompatiblen Beleuchtungssystembauteilen ist und über eine zentrale Lichteinspeisung von künstlichen Lichtquellen verfügt, die nicht am Beleuchtungsort betrieben werden.

#### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine spezielle Vorrichtung zur Erzeugung von Licht mit indirekt beheiztem und/oder beschichtetem Lampenfilament und mit einem speziellen Herstellungsverfahren des Lampenfilamentwerkstoffes durch Versinterung und Karburation und ein technisches Beleuchtungssystem zur Gebäudebeleuchtung und Grundstücksbeleuchtung in Form einer Vorrichtung bestehend aus Beleuchtungssystemelementen im Baukastensystem zur beliebigen Lichtführung an Beleuchtungsorte und mit einer zentralen Lichteinspeisung von künstlichen Lichtquellen, die nicht am Beleuchtungsort betrieben werden.

